

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-065238

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl. H01S 3/08  
H01S 3/094

(21)Application number : 08-222576

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD  
MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 23.08.1996

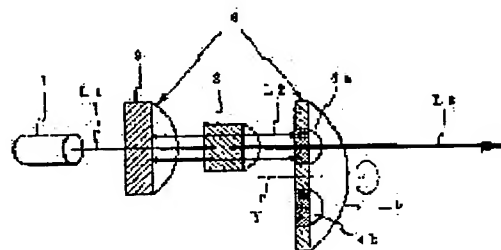
(72)Inventor : MIYAKE KAZUYUKI  
TADATOMO KAZUYUKI  
TANIGUCHI KOICHI  
SHIRAISHI HIROYUKI

## (54) SOLID-STATE LASER DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a multicolored solid-state laser device, which is capable of outputting laser rays of various wavelengths by easily converting them from one wavelength to another, even though it is compact and simple in structure.

**SOLUTION:** A solid-state laser device is made to serve as a longer wavelength conversion laser device and equipped with an exciting light source 1, a laser active medium 2 which is formed of rare earth-containing chloride and emits lights of various wavelengths of a plurality of peak values by converting L1, emitted from the exciting light source 1 longer in length, and an optical resonator device 6. The optical resonator device 6 is equipped with two or more pairs of reflectors 3, 4a and 3, 4b which sandwich the laser active medium 2 between them on an optical path where light emitted from the laser active medium 2 oscillates laser rays. One of the pairs is disposed in such a manner so that it can be freely replaced with the other pair on an optical path where laser rays can be oscillated. Each pair of the reflectors selectively oscillates only the laser rays of its intrinsic peak wavelength.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-65238

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 S 3/08  
3/094

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 S 3/08  
3/094

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-222576

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月23日

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社  
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社  
東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 三宅 和幸

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 只友 一行

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 高島 一

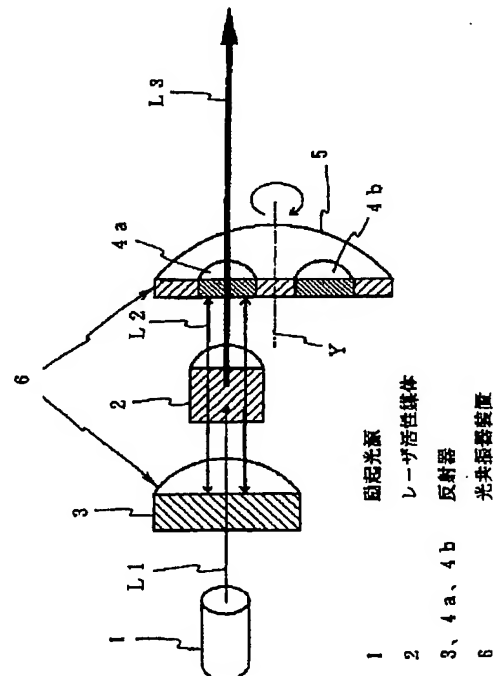
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体レーザー装置

(57) 【要約】

【課題】 コンパクトで簡単な構造でありながら複数種類の波長のレーザー光を容易に切り換えて出力することが可能な多色固体レーザー装置を提供すること。

【解決手段】 波長上方変換レーザー装置であって、励起光源1と、該励起光源からの光L1を波長上方変換し複数のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物からなるレーザー活性媒体2と、光共振器装置6とを有する。光共振器装置6は、レーザー活性媒体から発せられる光をレーザー発振させ得る光路上においてレーザー活性媒体を1対で挟む反射器の組を(3、4a)、(3、4b)のように複数組備える。その複数組のうちの1組が、レーザー発振させ得る光路上に他の組と交換自在に配置される。反射器の各組は、複数のピーク波長光のうちからその組に特有の1つのピーク波長光だけを選択的にレーザー発振させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長上方変換レーザ装置において、励起光源と、該励起光源からの光を波長上方変換し複数のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物からなるレーザ活性媒体と、光共振器装置とを有し、該光共振器装置は、レーザ活性媒体から発せられる光をレーザ発振させ得る光路上においてレーザ活性媒体を1対で挟む反射器の組を複数組備え、その複数組のうちの1組が、レーザ発振させ得る光路上に他の組と交換自在にレーザ活性媒体を挟んで配置される構造を有し、反射器の各組は、前記複数のピーク波長光のうちから1つのピーク波長光だけを選択的にレーザ発振させるものであり、反射器の各組がレーザ発振させる特定のピーク波長光は反射器の組ごとに互いに異なる波長であり、一つのレーザ装置において異なる複数のピーク波長光が選択的にレーザ発振されるものであることを特徴とする固体レーザ装置。

【請求項2】 波長上方変換レーザ装置において、励起光源と、該励起光源からの光を波長上方変換し複数のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物からなるレーザ活性媒体と、光共振器装置とを有し、該光共振器装置は、レーザ活性媒体から発せられる光をレーザ発振させ得る光路上においてレーザ活性媒体を挟む1対の反射器のうち、一方の反射器を、固定された一つの反射器として共有されるものとし、他方の反射器を、複数の反射器と交換自在とすることにより、複数の反射器の組が形成されるものであって、これら他方の反射器は、前記複数のピーク波長光のうちから1つのピーク波長光だけを選択的に反射するものであり、その各々の反射器が反射するピーク波長光は反射器ごとに互いに異なる波長であり、前記一方の固定された一つの反射器は、前記他方の複数の反射器が反射するピーク波長光を全て反射するものであり、一つのレーザ装置において異なる複数のピーク波長光が選択的にレーザ発振されるものであることを特徴とする固体レーザ装置。

【請求項3】 上記光共振器装置における、光路上の反射器と他の反射器とが自在に交換される構造が、光路外に置かれた一つの回転軸を中心として複数の反射器が回転的に移動することによって、反射器が一つずつ光路上に移動して交換される構造である請求項1または2記載の固体レーザ装置。

【請求項4】 光路外に置かれた一つの回転軸を中心として複数の反射器が回転的に移動し交換される構造が、光路に平行な回転軸を中心として回転する回転板と、該回転板上の同一円周上に配置された複数の反射器とを有する構造である請求項3記載の固体レーザ装置。

【請求項5】 上記光共振器装置における、光路上の反射器と他の反射器とが自在に交換される構造が、複数の反射器が同一直線上に配置され、直線的に移動することによって、反射器が一つずつ光路上に移動して交換され

る構造である請求項1または2記載の固体レーザ装置。

【請求項6】 レーザ発振される光が、赤色、緑色、青色の領域の波長の光である請求項1ないし5いずれかに記載の固体レーザ装置。

【請求項7】 レーザ活性媒体の希土類含有塩化物が、Er含有塩化物結晶またはEr含有塩化物ガラスであって、励起光源からの光の波長が、790nm～840nm、965nm～985nm、または1500nm～1550nmの中から選ばれる1種類以上の波長である請求項1ないし6いずれかに記載の固体レーザ装置。

【請求項8】 Er含有塩化物結晶が、ErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>結晶であって、励起光源からの光の波長が、965nm～985nmである請求項7記載の固体レーザ装置。

【請求項9】 各ピーク波長光におけるレーザ光の出力強度を均一とし得るように、反射器が反射率を調整されたものであることを特徴とする請求項1ないし8いずれかに記載の固体レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、固体レーザ装置のうち波長上方変換レーザ装置に関し、詳しくは一つの装置で多色のレーザ光を切り換えて出力できる装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、情報・表示などのディスプレイにおける多色化の要求、あるいは光化学反応、医療などの分野における要求によって、可視光領域での赤色や緑色、さらには青色から紫外光と種々の短波長レーザが、様々な目的のために強く求められている。

【0003】実際に、赤、緑、青色のレーザ光を発生するものには、各種固体レーザ(Nd:YAGなど)のSHG光を利用したものや、He-Neレーザ、Arレーザなどのガスレーザがある。また、固体レーザ装置の一形態であるアップコンバージョンレーザ(レーザ活性媒体に含まれた希土類イオンの多段階励起によって、赤外の励起光から可視のレーザ光を発生するもの)も、赤外域のレーザ光を発する安価な半導体レーザなどで励起することで、赤色から青色までの種々の可視レーザ光を発振させることができる技術として注目されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらのレーザ装置はいずれも単色であり、複数種の波長のレーザ光が必要である場合には、これらのレーザ装置に必要な波長の種類の数だけ別々に用意するか、または、OPQなどのように、複数種類の波長のレーザ光を一台で出射し得る大型で高価な装置を用意せざるを得なかった。

【0005】本発明の目的は、コンパクトで簡単な構造でありながら、一台の装置で、複数種の波長のレーザ光を容易に切り換えて出力することが可能な多色の固体レ

ーザ装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の固体レーザー装置は、以下の特徴を有するものである。

(1) 波長上方変換レーザー装置において、励起光源と、該励起光源からの光を波長上方変換し複数のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物からなるレーザー活性媒体と、光共振器装置とを有し、該光共振器装置は、レーザー活性媒体から発せられる光をレーザー発振させ得る光路上においてレーザー活性媒体を1対で挟む反射器の組を複数組備え、その複数組のうちの1組が、レーザー発振させ得る光路上に他の組と交換自在にレーザー活性媒体を挟んで配置される構造を有し、反射器の各組は、前記複数のピーク波長光のうちから1つのピーク波長光だけを選択的にレーザー発振させるものであり、反射器の各組がレーザー発振させる特定のピーク波長光は反射器の組ごとに互いに異なる波長であり、一つのレーザー装置において異なる複数のピーク波長光が選択的にレーザー発振されるものであることを特徴とする固体レーザー装置。

【0007】(2) 波長上方変換レーザー装置において、励起光源と、該励起光源からの光を波長上方変換し複数のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物からなるレーザー活性媒体と、光共振器装置とを有し、該光共振器装置は、レーザー活性媒体から発せられる光をレーザー発振させ得る光路上においてレーザー活性媒体を挟む1対の反射器のうち、一方の反射器を、固定された一つの反射器として共有されるものとし、他方の反射器を、複数の反射器と交換自在とすることにより、複数の反射器の組が形成されるものであって、これら他方の反射器は、前記複数のピーク波長光のうちから1つのピーク波長光だけを選択的に反射するものであり、その各々の反射器が反射するピーク波長光は反射器ごとに互いに異なる波長であり、前記一方の固定された一つの反射器は、前記他方の複数の反射器が反射するピーク波長光を全て反射するものであり、一つのレーザー装置において異なる複数のピーク波長光が選択的にレーザー発振されるものであることを特徴とする固体レーザー装置。

【0008】(3) 上記光共振器装置における、光路上の反射器と他の反射器とが自在に交換される構造が、光路外に置かれた一つの回転軸を中心として複数の反射器が回転的に移動することによって、反射器が一つずつ光路上に移動して交換される構造である上記(1)または(2)記載の固体レーザー装置。

【0009】(4) 光路外に置かれた一つの回転軸を中心として複数の反射器が回転的に移動し交換される構造が、光路に平行な回転軸を中心として回転する回転板と、該回転板上の同一円周上に配置された複数の反射器とを有する構造である上記(3)記載の固体レーザー装置。

【0010】(5) 上記光共振器装置における、光路上

の反射器と他の反射器とが自在に交換される構造が、複数の反射器が同一直線上に配置され、直線的に移動することによって、反射器が一つずつ光路上に移動して交換される構造である上記(1)または(2)記載の固体レーザー装置。

【0011】(6) レーザ発振される光が、赤色、緑色、青色の領域の波長の光である上記(1)ないし(5)いずれかに記載の固体レーザー装置。

【0012】(7) レーザ活性媒体の希土類含有塩化物が、Er含有塩化物結晶またはEr含有塩化物ガラスであって、励起光源からの光の波長が、790nm~840nm、965nm~985nm、または1500nm~1550nmの中から選ばれる1種類以上の波長である上記(1)ないし(6)いずれかに記載の固体レーザー装置。

【0013】(8) Er含有塩化物結晶が、ErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>結晶であって、励起光源からの光の波長が、965nm~985nmである上記(7)記載の固体レーザー装置。

【0014】(9) 各ピーク波長光におけるレーザー光の出力強度を均一とし得るように、反射器が反射率を調整されたものであることを特徴とする上記(1)ないし(8)いずれかに記載の固体レーザー装置。

【0015】

【作用】本発明の多色の固体レーザー装置では、励起光源からの光を波長上方変換し、複数種類のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物をレーザー活性媒体として用いている。ピーク波長光は、特定の波長を中心とする狭い波長域において光強度がピークを示す光であって、そのピーク部分をさして1つと数える。上記、波長上方変換されて放出された複数種類のピーク波長光のうちから、一つのピーク波長光だけを選択的にレーザー発振させ得る1対1組の反射器を、選択すべきピーク波長光の数に相当する組数だけ用意し、これら反射器の複数組のなかから一組だけを、他の組と交換自在にレーザー発振させる光路上に移動させて発振波長を容易に選択し得る構成の光共振器装置を用いている。ただし、各組の反射器は、1対の反射器のうち一方を共通の反射器として複数組で共有し、他方の反射器だけが複数交換されることで複数の組を構成するものであってもよい。また逆に、ピーク波長光ごとに1対の反射器ごと交換するものとし、反射器の組を選択すべきピーク波長光の数に相当する組数だけ用意するものであってもよい。

【0016】上記構成とすることによって、励起されたレーザー活性媒体から発せられる複数のピーク波長光のうち、選択すべきピーク波長光のみを、光共振器装置を用いて容易に選択でき、レーザー発振させて出力することができる。従って、共通の励起光源、1つのレーザー活性媒体を共有した小型で簡単な構成の固体レーザー装置でありながら、複数の波長のレーザー光を容易に切り換えて出力

できる装置となる。

【0017】さらに、レーザ活性媒体から発せられる複数のピーク波長光は、各波長ごとに光強度が相違するのが通常であり、これによってレーザ出力も各波長ごとに光強度が相違する。各波長の光を互いに同じ強度でレーザ出力したい場合は、各反射器の反射率を各ピーク波長光のレーザ活性媒体からの発光強度に応じて調整すればよい。即ち、光強度が強い波長に対してはその波長の反射率を低くすることにより、各波長において出力光強度が均一な多色レーザ装置が得られる。ただし、こ

う均一は、実使用上での許容誤差を有する略均一な状態を含む。

【0018】また、レーザ活性媒体として、赤色、緑色、青色の波長域のピーク波長光を発するものを用いれば、フルカラーレーザ装置とすることが可能となる。この場合、赤色、緑色、青色のピーク波長光の強度に応じて反射器の反射率を調整すれば、各色の出力強度が互いに略均一なフルカラーレーザ装置とできるのでより好ましい。勿論、各色の出力強度の均一性が要求されない用途では、反射率が同様な反射器を用いれば良い。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施態様をより詳細に説明する。図1は、本発明による多色固体レーザ装置の一例を模式的に示す図である。同図において、1は励起光源、2はレーザ活性媒体、6は光共振器装置である。レーザ活性媒体2は、励起光源1からの光L1を波長上方変換し、複数種類のピーク波長光として放出し得る希土類含有塩化物である。

【0020】光共振器装置6は、図1のように、レーザ活性媒体2を挟んで、レーザ発振可能な光路上に配置される一対一組の反射器を光共振器としてこれを複数組有する装置である。同図の例では、各組の反射器のうち、片側の反射器が各組共通の反射器として固定され、他方の側の反射器がレーザ発振可能な光路上に交換自在に配置される構造であって、これによって反射器の組が複数となる構成である。

【0021】同図の例では、反射器3が各組共通の固定された反射器である。また、交換される側の反射器は、簡単に説明するために2者択一の構成が示されている。選択された方の反射器4aは光路上に配置され、反射器3と共に、一対一組の反射器を構成している。また、交換される側の反射器は、レーザ活性媒体によって波長上方変換され放出された複数のピーク波長光のうちから1つのピーク波長光だけを選択的に反射させるものであり、選択すべきピーク波長光の数だけ設けられる。固定された反射器3は、交換される側の反射器4a、4bが反射するピーク波長光を、一台で全て反射し得るものである。また、同図の例では、励起光は反射器3を透過してレーザ活性媒体に入射する。なお、他の付属品の図示は省略している。

【0022】上記構成の多色固体レーザ装置において、励起光源1から発せられた励起光L1がレーザ活性媒体2に入射することによって、レーザ活性媒体2は励起されて種々の波長の光を放出する。本発明では、その中でも特に波長上方変換されたピーク波長光を対象とする。波長上方変換されたピーク波長光のうち、光共振器装置において光路上に配置された反射器が選択的に反射したピーク波長光L2だけがレーザ発振し、外部にレーザ光L3として出力される。従って、光共振器装置の片側の反射器だけを他の反射器と、または、一対の反射器ごとを他の一対の反射器と交換するだけで、それらに対応するピーク波長光が選択され、異なる波長のレーザ光の出力が得られる。

【0023】レーザ活性媒体に用いられる希土類含有塩化物は、励起光を波長上方変換し、より短い波長の光を複数種類だけ発する物質が用いられる。なかでも特開平7-97572号公報に示されるように、Er含有塩化物結晶は好ましく、特にErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>結晶は、波長965nm~985nmの励起光を照射すると、波長上方変換によって、赤色、緑色、青色の波長域におけるピーク波長光を放出し、前述のフルカラーレーザ装置の構築には好適な物質である。

【0024】励起光源としては、励起光として必要な所定の波長の光を、レーザ発振に必要なパワーでレーザ活性媒体に入射させることが可能なものであればよい。具体的には、近赤外の半導体レーザまたはそれらによって励起されたNd:YAGレーザなどが例示されるが、これらのなかでもコンパクト化のためには半導体レーザが最も好ましい。また、励起光源は連続発振でもパルス発振でもよい。

【0025】光共振器装置が有する個々の反射器は、レーザ活性媒体から発せられた複数のピーク波長光のうちから1つだけを選択的に反射しレーザ発振させるものであればよい。このような反射器の組を必要な波長の数だけ用意し、光路上に交換自在に配置し得る構造とする。反射器の交換は、図1の例のように、一対の反射器のうち一方を固定し他方だけを交換することで必要な組を構成する態様や、必要な反射器の組を全て構成しておき、常に一対一組同士を交換する態様などが挙げられる。

【0026】これらの態様のなかでも、一方の反射器を固定し、他方の反射器を交換する構造がコンパクトで好ましい。このとき固定される側の反射器は、交換される他方の反射器によって選択される波長の光全てを反射し得る共通の反射器とする。

【0027】これらいずれの態様であっても、片側の反射器を他の反射器と交換するための好ましい構造としては次のものが挙げられる。

(a) 交換されるべき複数の反射器が、光路外に置かれた回転軸を中心として回転的に移動することによって、

1つずつ光路上に移動し交換される構造。

(b) 交換されるべき複数の反射器が同一直線上に配置され、これらが直線的に移動することによって、1つずつ光路上に移動し交換される構造。反射器の交換が、常に一対一組として交換される場合には、レーザ活性媒体を挟んで両側に同じ交換構造を設け、両側同時に交換動作を行えばよい。

【0028】上記(a)の構造の具体例としては、図1に示すような、光路外にあって該光路に平行な回転軸Yを中心として回転する回転板による反射器の交換が挙げられる。交換されるべき反射器4a、4bは、光路に平行な軸Yを中心として回転する回転板5の所定の円周上、即ち、レーザ発振の光路上に対応する円周上に配置され、回転板5が軸Yを中心として回転することによってこれら反射器が光路上に移動し交換される。

【0029】上記(b)の構造の具体例としては、所定の長さの板に、交換されるべき反射器が直線的に配置され、この板が、映写機の光軸に対するフィルムの動作のように、レーザ発振の光軸に対して直線的に移動することによって反射器が交換される構造が挙げられる。

【0030】一つのピーク波長光だけを反射し得る反射器としては、例えば誘電体多層膜により形成した高反射膜が挙げられる。一方、共通の反射器として片側に固定する反射器は、交換される反射器によって反射されるピーク波長光を全て反射させ、かつ、全てレーザ発振させることが可能なものとする。このような反射器としては、例えば励起光のみを透過するバンドパスフィルターが挙げられる。

【0031】一方の反射器を固定し、他方の反射器を交換する構造とする場合、これら固定される反射器と交換される反射器のうちのどちらをレーザ活性媒体に対して励起光入射側、レーザ光出射側としてもよい。また、固定される反射器の態様は、レーザ活性媒体に対して間隔をおいて設ける態様(図1に例示する態様)であっても、コーティングなどによってレーザ活性媒体端面に直接形成したミラーとする態様であってもよい。

【0032】既述の通り、各ピーク波長光ごとの出力強度の均一化を図りたい場合は、交換される反射器の反射率をレーザ活性媒体のピーク波長光の強度に応じて調整する。即ち、光強度が強いピーク波長光に対しては、その波長を選択する反射器の反射率を下げて、光強度が弱い他のピーク波長光と略同一の光強度となるようにし、各色におけるレーザ光出力の均一化を図る。

【0033】

【実施例】上記説明および図1で示したような多色固体レーザ装置の構成を用いて、実際にレーザ発振波長の選択が可能かどうかを確認する実験を行った。ただし、本実施例では、選択すべきピーク波長光の波長は3種類とした。これに伴い、光共振器装置の回転板上の反射器の数も3となり、回転板面の同一円周上に120°間隔で

3か所配置した。レーザ活性媒体としてErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>単結晶を用い、これに対して中心波長982nm、最大出力1WのCW半導体レーザを励起光として照射したところ、レーザ活性媒体から発せられた光は、図2に示すような、赤色、緑色、青色の波長域にピークを有するスペクトルを有するものであった。これらの多数のピークの中から波長上方変換によって放出された460nm、550nm、640nmの3種類の波長を選択し、それぞれのピーク波長光のみを反射させる3種類の反射器を用意し、レーザ活性媒体の片側に交換自在な反射器として用いた。また、他方の固定された共通の反射器としては、400~700nmの範囲で高反射コーティングが施されているものを用意し、いずれの波長でもレーザ発振が可能な構造とした。

【0034】励起光源である上記半導体レーザから、2つの光共振器ミラーのうちの一方を透過させて、レーザ活性媒体に励起光を照射したところ、460nmのみを反射させる反射器を光路上に配置した場合は波長460nmのレーザ光が発振し、同様に、550nmの反射器では550nmのレーザ光が、640nmの反射器では640nmのレーザ光が発振し、これら3つの反射器を交換するだけで、上記3種類のレーザ光が得られることが確認できた。

【0035】また、図2のグラフからも明らかなように、レーザ活性媒体によって波長上方変換され放出されたピーク波長光の中でも、460nmのピーク波長光が他の波長のピーク波長光に比べて光強度が弱い。本実施例では、550nm、640nmのピーク波長光を反射させる反射器の反射率を低く調整した。これによって、励起光の強さを各ピーク波長光毎に変えることなく、出射されるレーザ光の出力を460nmのレーザ光と同等に揃えることが可能であることが確認できた。

【0036】本実施例における光共振器装置では、片方の反射器を固定し共通としたが、選択すべき波長全てに対して反射器を一對ずつ用意し、光共振器の交換の際には一對の反射器ごと交換する態様であっても、同様の結果が得られた。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の多色固体レーザ装置は、波長上方変換によって1つのレーザ活性媒体から発せられる複数種類のピーク波長光を、光共振器装置を用いた反射器の簡単な交換によって選択することにより、複数種類の波長のレーザ光を一台の装置で出力することができる。従って、各波長のレーザ光を放出するレーザ装置を個別に用意する必要がない。また、同じ励起光源、1つのレーザ活性媒体を共有するものであるため、装置が大がかりなものにはならない。従って、多色のレーザ光を使い分ける必要があるときのシステムの構成が容易になる。また、レーザ活性媒体から発せられるピーク波長光に光強度のばらつきがあっても、反射

9  
器の反射率を各々最適化することによって、一定の励起光で、どの波長も均等な強さのレーザ光を出力させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による固体レーザ装置の一例を模式的に示す図である。

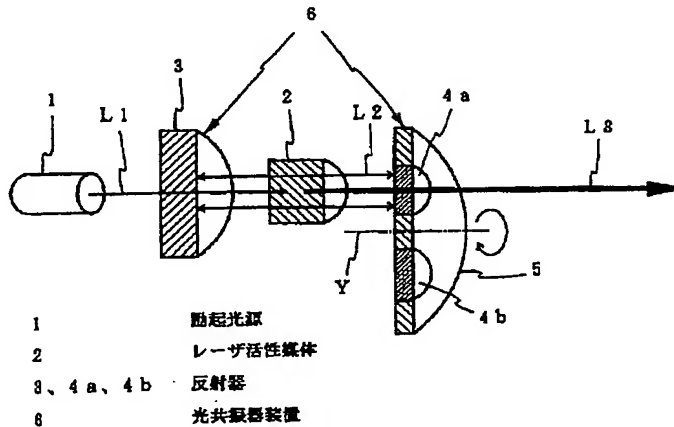
【図2】ErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>単結晶に対して中心波長98

2nmのCW半導体レーザ光を励起光として照射し、発生された蛍光のスペクトルを示すグラフ図である。

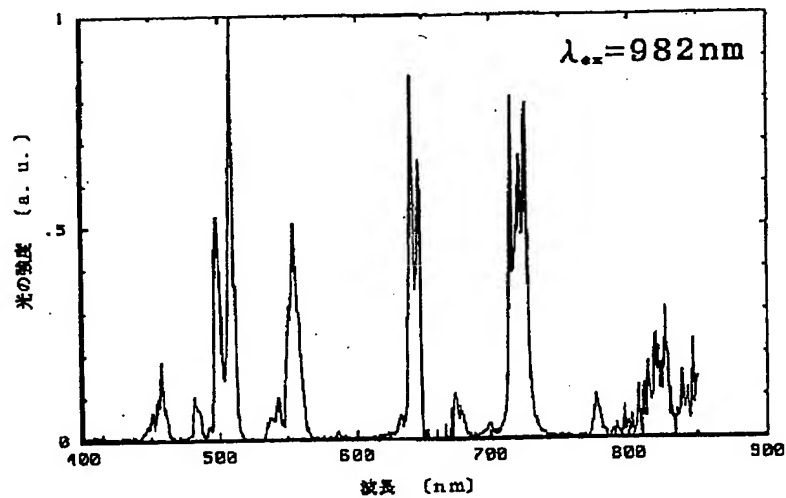
【符号の説明】

- |         |         |
|---------|---------|
| 1       | 励起光源    |
| 2       | レーザ活性媒体 |
| 3、4a、4b | 反射器     |
| 6       | 光共振器装置  |

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 谷口 浩一  
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 白石 浩之  
埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社総合研究所内



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the equipment which can switch and output a detailed laser beam multicolor with one equipment about wavelength upper part conversion laser equipment among solid-state-laser equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] in recent years, the red in a light field, green, and the short wavelength laser that are blue shell ultraviolet radiation and various further are called for strongly because of various purposes by the demand in fields, such as a demand of multiple-color-izing in the display of information, a display, etc. or photochemical reaction, and medicine

[0003] There is actually gas laser, such as a thing using the SHG light of various solid state laser (Nd:YAG etc.), and helium-Ne laser, Ar laser, in some which generate red and a green and blue laser beam. Moreover, the rise conversion laser (what generates a visible laser beam from an infrared excitation light by multi-stage story excitation of the rare earth ion contained in the laser activity medium) which is one gestalt of solid-state-laser equipment also attracts attention as technology in which the various visible laser light of from red until blue can be oscillated by exciting by the cheap semiconductor laser which emits the laser beam of an infrared region.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, each of these laser equipments was monochrome, and when the laser beam of two or more sorts of wavelength was required, only the number of the kinds of required wavelength could not but prepare these laser equipments separately, or they could not but prepare like OPO the large-sized and expensive equipment which can carry out outgoing radiation of the laser beam of two or more kinds of wavelength by one set.

[0005] Though it is compact and easy structure, the purpose of this invention is one set of equipment, and is offering the multicolor solid-state-laser equipment which the laser beam of two or more sorts of wavelength is switched easily, and can output it.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The solid-state-laser equipment of this invention has the following features.

(1) The laser activity medium which consists of a rare earth content chloride which carries out wavelength upper part conversion of the light from the excitation light source and this excitation light source in wavelength upper part conversion laser equipment, and may be emitted as two or more peak-wavelength light, Have optical-resonator equipment and this optical-resonator equipment is equipped with two or more sets of groups of the reflector which sandwiches a laser activity medium by one pair on the optical path to which laser oscillation of the light emitted from a laser activity medium can be carried out. the -- two or more -- a set -- inside -- one -- a set -- laser oscillation -- carrying out -- making -- obtaining -- an optical path -- a top -- others -- a group -- exchange -- free -- laser -- activity -- a medium -- inserting -- arranging -- having -- structure -- having -- each class of a reflector -- It is that to



which laser oscillation only of the one peak-wavelength light is alternatively carried out from among two or more aforementioned peak-wavelength light. A specific peak-wavelength light in which each class of a reflector carries out laser oscillation is solid-state-laser equipment characterized by being mutually different wavelength for every group of a reflector, and two or more different peak-wavelength light in one laser equipment being those by which laser oscillation is carried out alternatively.

[0007] (2) The laser activity medium which consists of a rare earth content chloride which carries out wavelength upper part conversion of the light from the excitation light source and this excitation light source in wavelength upper part conversion laser equipment, and may be emitted as two or more peak-wavelength light, The inside of one pair of reflectors which sandwich a laser activity medium on the optical path to which laser oscillation of the light which has optical-resonator equipment, and by which this optical-resonator equipment is emitted from a laser activity medium can be carried out, By sharing one reflector as one fixed reflector, and enabling two or more reflectors and exchange of the reflector of another side It is that in which the group of two or more reflectors is formed. the reflector of these another side It is what reflects only one peak-wavelength light alternatively from among two or more aforementioned peak-wavelength light. The peak-wavelength light which the reflector reflects in each is mutually different wavelength for every reflector, and one reflector to which aforementioned one side was fixed Solid-state-laser equipment characterized by two or more peak-wavelength light which reflects all the peak-wavelength light that two or more reflectors of aforementioned another side reflect, and is different in one laser equipment being those by which laser oscillation is carried out alternatively.

[0008] (3) Solid-state-laser equipment the above (1) the reflector on an optical path in the above-mentioned optical-resonator equipment and other reflectors of whose are the structures where one reflector moves at a time onto an optical path, and it is exchanged when two or more reflectors move in rotation focusing on the one axis of rotation by which the structure where it was exchanged free was placed out of the optical path, or given in (2).

[0009] (4) an optical path -- outside -- placing -- having had -- one -- a \*\* -- the axis of rotation -- a center -- \*\* -- carrying out -- plurality -- a reflector -- rotation ---like -- moving -- exchanging -- having - - structure -- an optical path -- being parallel -- the axis of rotation -- a center -- \*\*\*\*\* -- rotating -- a rotor plate -- this -- a rotor plate -- a top -- the same -- a periphery -- a top -- arranging -- having had -- plurality -- a reflector -- having -- structure -- it is -- the above --

[0010] (5) Solid-state-laser equipment the above (1) the reflector on an optical path in the above-mentioned optical-resonator equipment and other reflectors of whose are the structures where one reflector moves at a time onto an optical path, and it is exchanged when the reflector of plurality [ structure / where it is exchanged free ] is arranged on the same straight line and moves linearly, or given in (2).

[0011] (6) the above (1) whose light by which laser oscillation is carried out is the light of the wavelength of red and a green and blue field, or (5) -- solid-state-laser equipment given in either

[0012] (7) the above (1) whose wavelength of the light from the excitation light source the rare earth content chloride of a laser activity medium is Er content chloride crystal or Er content chloride glass, and is one or more kinds of wavelength chosen from 790nm - 840nm, 965nm - 985nm, or 1500nm - 1550nm, or (6) -- solid-state-laser equipment given in either

[0013] (8) Er content chloride crystal is ErBa<sub>2</sub> Cl<sub>7</sub>. Solid-state-laser equipment of the above-mentioned (7) publication whose wavelength of the light from the excitation light source it is a crystal and is 965nm - 985nm.

[0014] (9) the above (1) characterized by a reflector having a reflection factor adjusted so that output intensity of the laser beam in each peak-wavelength light can be made uniform, or (8) -- solid-state-laser equipment given in either

[0015]

[Function] With the multicolor solid-state-laser equipment of this invention, wavelength upper part conversion of the light from the excitation light source is carried out, and the rare earth content chloride which may be emitted as two or more kinds of peak-wavelength light is used as a laser activity medium. In the narrow wavelength region centering on specific wavelength, optical intensity is the light which

shows a peak, and peak-wavelength light counts the peak portion with one very. Among the above and two or more kinds which wavelength upper part conversion was carried out and were emitted of peak-wavelength light [ from ] 1 to 1 set of reflectors to which laser oscillation only of the one peak-wavelength light can be carried out alternatively Only the number of groups equivalent to the number of the peak-wavelength light which should be chosen is prepared, and the optical-resonator equipment of composition of that it is made to move out of two or more sets of these reflectors onto the optical path which makes free laser oscillation of the exchange only of a lot to other groups, and oscillation wavelength can be chosen easily is used. However, the reflector of each class may share one side of one pair of reflectors between two or more sets as a common reflector, and only the reflector of another side may constitute two or more groups by more than one being exchanged. Moreover, you may prepare only the number of groups equivalent to the number of the peak-wavelength light which shall exchange the reflector whole [ one pair of ] for every peak-wavelength light, and should choose the group of a reflector conversely.

[0016] By considering as the above-mentioned composition, only the peak-wavelength light which should be chosen among two or more peak-wavelength light emitted from the excited laser activity medium can be easily chosen using optical-resonator equipment, can carry out laser oscillation, and can be outputted. Therefore, though it is solid-state-laser equipment of small and easy composition of having shared the common excitation light source and one laser activity medium, it becomes equipment which switches the laser beam of two or more wavelength easily, and can output it.

[0017] Furthermore, usually optical intensity is different for every wavelength, and optical intensity is different [ as for two or more peak-wavelength light emitted from a laser activity medium ] also for a laser output for every wavelength with this. What is necessary is just to adjust the reflection factor of each reflector according to the luminescence intensity from the laser activity medium of each peak-wavelength light to carry out the laser output of the light of each wavelength by the same intensity mutually. That is, when optical intensity makes the reflection factor of the wavelength low to strong wavelength, in each wavelength, multicolor laser equipment with uniform output light intensity is obtained. however, abbreviation whose homogeneity here has an allowable error on real use -- a uniform state is included

[0018] Moreover, if what emits the peak-wavelength light of red and a green and blue wavelength region is used as a laser activity medium, it will become possible to consider as full color laser equipment. in this case -- if the reflection factor of a reflector is adjusted according to red and green and blue peak-wavelength luminous intensity -- the output intensity of each color -- mutual -- abbreviation -- since it can do with uniform full color laser equipment, it is more desirable Of course, what is necessary is just to use a reflector with the same reflection factor for the use as which the homogeneity of the output intensity of each color is not required.

[0019]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the embodiment of this invention is explained more to a detail. Drawing 1 is drawing showing typically an example of the multicolor solid-state-laser equipment by this invention. As for the excitation light source and 2, in this drawing, 1 is [ a laser activity medium and 6 ] optical-resonator equipment. The laser activity medium 2 is the rare earth content chloride which carries out wavelength upper part conversion of the light L1 from the excitation light source 1, and may be emitted as two or more kinds of peak-wavelength light.

[0020] Optical-resonator equipment 6 is equipment which sandwiches the laser activity medium 2 and has two or more sets of this like drawing 1 by making into an optical resonator the reflector of the one-to-one group arranged on the optical path in which laser oscillation is possible. In the example of this drawing, among the reflectors of each class, the reflector of one side is the structure where it is fixed as a reflector common to each class, and the near reflector of another side is arranged free [ exchange ] on the optical path in which laser oscillation is possible, and is the composition that the group of a reflector becomes [ two or more ] by this.

[0021] In the example of this drawing, a reflector 3 is a fixed reflector common to each class. Moreover, in order to explain the reflector of the side exchanged briefly, the composition of 2 person alternative is

shown. Reflector 4a of the selected one is arranged on an optical path, and constitutes the reflector of an one-to-one group with the reflector 3. Moreover, among two or more peak-wavelength light which wavelength upper part conversion of the reflector of the side exchanged was carried out by the laser activity medium, and was emitted, from from, only one peak-wavelength light is reflected alternatively and only the number of the peak-wavelength light which should be chosen is formed. The fixed reflector 3 may reflect altogether the peak-wavelength light which the reflectors 4a and 4b of the side exchanged reflect by one set. Moreover, in the example of this drawing, excitation light penetrates a reflector 3 and it carries out incidence to a laser activity medium. In addition, illustration of other accessories is omitted.

[0022] In the multicolor solid-state-laser equipment of the above-mentioned composition, when the excitation light L1 emitted from the excitation light source 1 carries out incidence to the laser activity medium 2, the laser activity medium 2 is excited and emits the light of various wavelength. It is aimed at the peak-wavelength light by which wavelength upper part conversion was carried out also in it especially in this invention. Only the peak-wavelength light L2 which the reflector arranged on an optical path in optical-resonator equipment among the peak-wavelength light by which wavelength upper part conversion was carried out reflected alternatively carries out laser oscillation, and is outputted outside as a laser beam L3. Therefore, only in the reflector of one side of optical-resonator equipment, the peak-wavelength light corresponding to them is chosen only by exchanging for the reflector of other couples, and the output of the laser beam of different wavelength is obtained [ reflector / of other reflectors or a couple / every ].

[0023] The rare earth content chloride used for a laser activity medium carries out wavelength upper part conversion of the excitation light, and the matter which emits two or more kinds of light of shorter wavelength is used. As shown in JP,7-97572,A especially, Er content chloride crystal is desirable, and it is especially ErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>. When excitation light with a wavelength of 965nm - 985nm is irradiated, a crystal emits the peak-wavelength light in red and a green and blue wavelength region by wavelength upper part conversion, and is the suitable matter for construction of the above-mentioned full color laser equipment.

[0024] It should be just possible to carry out incidence of the light of predetermined wavelength required as an excitation light to a laser activity medium by power required for laser oscillation as the excitation light source. Nd specifically excited by near-infrared semiconductor laser or near-infrared them: Although an YAG laser etc. is illustrated, for miniaturization, semiconductor laser is the most desirable also in these. Moreover, continuous oscillation or a pulse oscillation is sufficient as the excitation light source.

[0025] Among two or more peak-wavelength light emitted from the laser activity medium, each reflector which optical-resonator equipment has reflects only one alternatively, and should just carry out [ from ] laser oscillation. Only the number of required wavelength prepares the group of such a reflector, and it considers as the structure which can be arranged free [ exchange ] on an optical path. The mode which constitutes a required group from exchange of a reflector fixing one side among the reflectors of a couple like the example of drawing 1 , and exchanging only another side, the mode which constitutes all the groups of a required reflector and always exchanges one-to-one groups are mentioned.

[0026] The structure of fixing one reflector and exchanging the reflector of another side also in these modes is compact, and desirable. The reflector of the side fixed at this time is taken as the common reflector which may reflect all the light of the wavelength chosen by the reflector of another side where it is exchanged.

[0027] Even if it is which [ these ] mode, the following are mentioned as desirable structure for exchanging the reflector of one side for other reflectors.

(a) Structure where one moves at a time onto an optical path, and it is exchanged when two or more reflectors which should be exchanged move in rotation focusing on the axis of rotation placed out of the optical path.

(b) Structure where one moves at a time onto an optical path, and it is exchanged when two or more reflectors which should be exchanged are arranged on the same straight line and these move linearly.

When always exchanged as an one-to-one group, exchange of a reflector establishes the same exchange structure as both sides on both sides of a laser activity medium, and should just perform exchange operation to both-sides \*\*\*\*.

[0028] Exchange of the reflector by the rotor plate which is out of an optical path as shown in drawing 1 as an example of the structure of the above (a), and rotates the axis of rotation Y parallel to this optical path as a center is mentioned. The reflectors 4a and 4b which should be exchanged are arranged on the periphery corresponding to the predetermined periphery, i.e., optical path of laser oscillation, top of the rotor plate 5 which rotates the shaft Y parallel to an optical path as a center, and when a rotor plate 5 rotates Shaft Y as a center, these reflectors move onto an optical path and they are exchanged.

[0029] The reflector which should be exchanged for the board of predetermined length as an example of the structure of the above (b) is arranged linearly, and when this board moves linearly to the optical axis of laser oscillation like operation of a film to the optical axis of a projector, the structure where it is exchanged in a reflector is mentioned.

[0030] The high reflective film which may reflect only one peak-wavelength light and which was formed, for example by the dielectric multilayer as a reflector is mentioned. The reflector fixed to one side as a common reflector on the other hand is taken as what has possible reflecting all the peak-wavelength light reflected by the reflector exchanged, and carrying out laser oscillation for all. As such a reflector, the band pass filter which penetrates only excitation light, for example is mentioned.

[0031] It is good also as an excitation light incidence side and a laser beam outgoing radiation side to a laser activity medium in which [ of the reflector which fixes one reflector, and is these-fixed when considering as the structure of exchanging the reflector of another side, and the reflectors exchanged ]. Moreover, even if the mode of the reflector fixed is a mode (mode illustrated to drawing 1 ) which sets and prepares an interval to a laser activity medium, it may be a mode used as the mirror directly formed in the laser activity medium end face by coating etc.

[0032] The reflection factor of the reflector exchanged is adjusted according to the peak-wavelength luminous intensity of a laser activity medium to attain equalization of the output intensity for every peak-wavelength light as stated above. namely, the reflection factor of the reflector as which optical intensity chooses the wavelength to a strong peak-wavelength light -- lowering -- other peak-wavelength light with optical weak intensity, and abbreviation -- it is made to become the same optical intensity and equalization of the laser beam output in each color is attained

[0033]

[Example] The experiment which checks whether selection of laser oscillation wavelength is actually possible was conducted using the composition of multicolor solid-state-laser equipment as shown by the above-mentioned explanation and drawing 1 . However, wavelength of the peak-wavelength light which should be chosen was made into three kinds in this example. In connection with this, it became the-three number of the reflectors on the rotor plate of optical-resonator equipment, and three places have been arranged at intervals of 120 degrees on the same periphery of a rotor-plate side. It is ErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub> as a laser activity medium. When the main wavelength of 982nm and CW semiconductor laser of maximum output 1W were irradiated as an excitation light to this using the single crystal, the light emitted from the laser activity medium was what has red as shown in drawing 2 , and the spectrum which has a peak in a green and blue wavelength region. Three kinds of wavelength, 460nm, 550nm, and 640nm, emitted by wavelength upper part conversion was chosen from the peaks of these large number, three kinds of reflectors in which only each peak-wavelength light is reflected were prepared, and it used as a reflector freely exchangeable for one side of a laser activity medium. Moreover, as a common reflector to which another side was fixed, what high reflective coating is given in 400-700nm was prepared, and it considered as the structure in which laser oscillation is possible on any wavelength.

[0034] One side of the two optical-resonator mirrors is made to penetrate from the above-mentioned semiconductor laser which is the excitation light source. When excitation light was irradiated at the laser activity medium and the reflector in which only 460nm is reflected has been arranged on an optical path, a laser beam with a wavelength of 460nm oscillates. Similarly, the 550nm laser beam was able to oscillate in the 550nm reflector, the 640nm laser beam oscillated in the 640nm reflector, and it has

checked that the three above-mentioned kinds of laser beams were obtained only by exchanging these three reflectors.

[0035] Moreover, compared with the peak-wavelength light of the wavelength of others [ light / peak-wavelength / 460nm ], optical intensity is weak also in the peak-wavelength light which wavelength upper part conversion was carried out and was emitted by the laser activity medium so that clearly also from the graph of drawing 2 . In this example, the reflection factor of the reflector in which peak-wavelength light (550nm and 640nm) is reflected was adjusted low. By this, it has checked that it was possible to arrange the output of a laser beam by which outgoing radiation is carried out on a par with a 460nm laser beam, without changing the excitation intensity of light for every peak-wavelength light.

[0036] Although [ the optical-resonator equipment in this example ] one of the two's reflector was fixed and it is common, even if it was the mode which is prepared and are exchanged the whole reflector of a couple in the case of exchange of an optical resonator the couple every, the same result was obtained in the reflector to all the wavelength that should be chosen.

[0037]

[Effect of the Invention] As explained above, the multicolor solid-state-laser equipment of this invention can output the laser beam of two or more kinds of wavelength by one set of equipment by choosing two or more kinds of peak-wavelength light emitted by wavelength upper part conversion from one laser activity medium by easy exchange of the reflector using optical-resonator equipment. Therefore, it is not necessary to prepare individually the laser equipment which emits the laser beam of each wavelength. Moreover, since it is what shares the same excitation light source and one laser activity medium, equipment will not become large-scale. Therefore, the structure of a system when it is necessary to use a multicolor laser beam properly becomes easy. Moreover, even if dispersion in optical intensity is in the peak-wavelength light emitted from a laser activity medium, it becomes possible by optimizing the reflection factor of a reflector respectively to make the laser beam of equal strength output of every wavelength with a fixed excitation light.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] Have the following and this optical-resonator equipment is equipped with two or more sets of groups of the reflector which sandwiches a laser activity medium by one pair on the optical path to which laser oscillation of the light emitted from a laser activity medium can be carried out. the -- two or more -- a set -- inside -- one -- a set -- laser oscillation -- carrying out -- making -- obtaining -- an optical path -- a top -- others -- a group -- exchange -- free -- laser -- activity -- a medium -- inserting -- arranging -- having -- structure -- having -- each class of a reflector -- It is that to which laser oscillation only of the one peak-wavelength light is alternatively carried out from from among two or more aforementioned peak-wavelength light. A specific peak-wavelength light in which each class of a reflector carries out laser oscillation is wavelength upper part conversion laser equipment characterized by being mutually different wavelength for every group of a reflector, and two or more different peak-wavelength light in one laser equipment being those by which laser oscillation is carried out alternatively. Excitation light source. The laser activity medium which consists of a rare earth content chloride which carries out wavelength upper part conversion of the light from this excitation light source, and may be emitted as two or more peak-wavelength light. Optical-resonator equipment.

[Claim 2] It sets to wavelength upper part conversion laser equipment, and is the excitation light source. The rare earth content chloride which carries out wavelength upper part conversion of the light from this excitation light source, and may be emitted as two or more peak-wavelength light. It is solid-state-laser equipment equipped with the above. the reflector of these another side It is what reflects only one peak-wavelength light alternatively from from among two or more aforementioned peak-wavelength light. The peak-wavelength light which the reflector reflects in each is mutually different wavelength for every reflector, and one reflector to which aforementioned one side was fixed All the peak-wavelength light that two or more reflectors of aforementioned another side reflect is reflected, and two or more different peak-wavelength light in one laser equipment is characterized by being that by which laser oscillation is carried out alternatively.

[Claim 3] Solid-state-laser equipment according to claim 1 or 2 the reflector on an optical path in the above-mentioned optical-resonator equipment and other reflectors of whose are the structures where one reflector moves at a time onto an optical path, and it is exchanged when two or more reflectors move in rotation focusing on the one axis of rotation by which the structure where it was exchanged free was placed out of the optical path.

[Claim 4] Solid-state-laser equipment according to claim 3 whose structure where two or more reflectors move in rotation, and it is exchanged focusing on the one axis of rotation placed out of the optical path is the structure of having the rotor plate which rotates the axis of rotation parallel to an optical path as a center, and two or more reflectors arranged on the same periphery on this rotor plate.

[Claim 5] Solid-state-laser equipment according to claim 1 or 2 the reflector on an optical path in the above-mentioned optical-resonator equipment and other reflectors of whose are the structures where one reflector moves at a time onto an optical path, and it is exchanged when the reflector of plurality [ structure / where it is exchanged free ] is arranged on the same straight line and moves linearly.

[Claim 6] the claim 1 whose light by which laser oscillation is carried out is the light of the wavelength of red and a green and blue field, or 5 -- solid-state-laser equipment given in either

[Claim 7] the claim 1 whose wavelength of the light from the excitation light source the rare earth content chloride of a laser activity medium is Er content chloride crystal or Er content chloride glass, and is one or more kinds of wavelength chosen from 790nm - 840nm, 965nm - 985nm, or 1500nm - 1550nm, or 6 -- solid-state-laser equipment given in either

[Claim 8] Er content chloride crystal is ErBa<sub>2</sub>Cl<sub>7</sub>. Solid-state-laser equipment according to claim 7 whose wavelength of the light from the excitation light source it is a crystal and is 965nm - 985nm.

[Claim 9] the claim 1 characterized by a reflector having a reflection factor adjusted so that output intensity of the laser beam in each peak-wavelength light can be made uniform, or 8 -- solid-state-laser equipment given in either

---

[Translation done.]



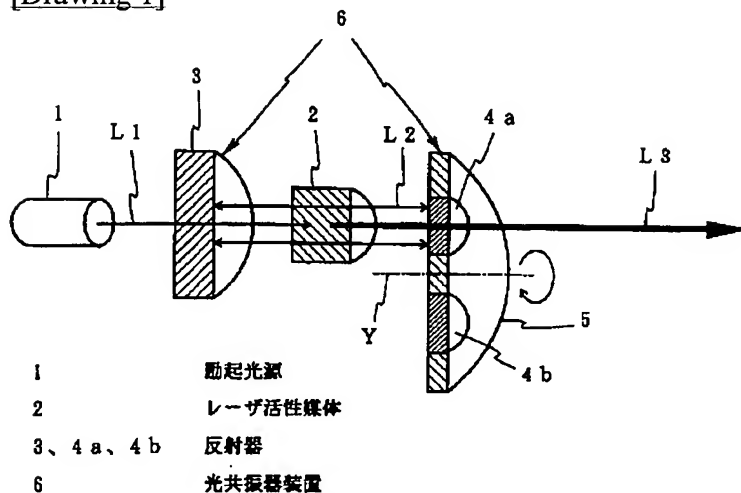
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

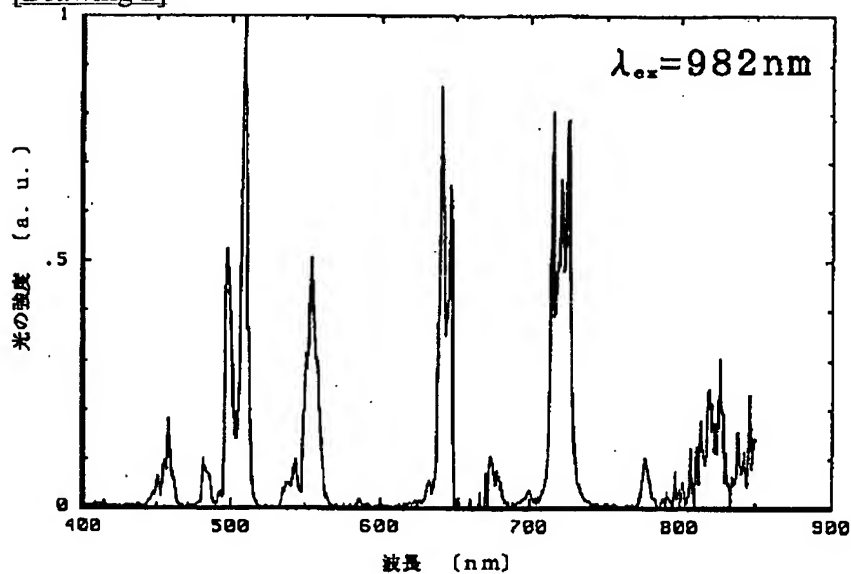
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]